

**IMPLEMENTASI ALGORITMA MARKOV CLUSTERING TERHADAP  
CARA ALUMNI DALAM MENCARI PEKERJAAN (STUDY KASUS  
ALUMNI MAHASISWA UNIVERSITAS LAMPUNG ANGGARAN 2011)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**LIA APRIYANA**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRACT**

**THE IMPLEMENTATION OF AN ALGORITHM CLUSTERING MARKOV WITH THE METHOD OF ALUMNI IN SEARCH OF WORK (STUDY THE CASE OF ALUMNI STUDENTS FROM UNIVERSITAS AND WICKED GENERATION SPIRITUALLY PERVERTED SAMPLE IS TAKEN AT LAMPUNG 2011 )**

**By**

**Lia Apriyana**

Clustering technique or grouping often found in the life of every day on various fields. One of the methods by to grouping in the manner of alumni of the university of and wicked generation spiritually perverted sample is taken at lampung 2011 in search of work is an algorithm clustering markov. Of an algorithm mcl it was possible to have begins with a willing data input , determine the matrix is the data , expansion a matrix , inflation rate from going further a matrix , there was some sort of corporate secretary ronald nangoi said converging so that interprestasi a matrix form clusters. The result of research showed no 9 correspondent that could give information work more and there are five correspondent can not give information work at all. And so this research is 9 clusters are formed .

**Keywords** : An algorithm MCL, Matrix data , expansion matrix , inflation matrix , clusters

## **ABSTRAK**

### **IMPLEMENTASI ALGORITMA MARKOV CLUSTERING TERHADAP CARA ALUMNI DALAM MENCARI PEKERJAAN(STUDY KASUS ALUMNI MAHASISWA UNIVERSITAS LAMPUNG ANGKATAN 2011)**

**Oleh:**

**Lia Apriyana**

Teknik Clustering atau pengelompokan sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari pada berbagai macam bidang. Salah satu metode untuk mengelompokkan cara alumni Universitas Lampung angkatan 2011 dalam mencari pekerjaan adalah Algoritma Markov Clustering. Dari algoritma MCL ini dapat dimulai dari menginput data, menentukan matriks data, ekspansi matriks, inflasi matriks, sampai tercapai konvergen sehingga interpretasi matriks membentuk cluster. Hasil dari penelitian ini menunjukkan ada 9 koresponden yang bisa memberikan informasi pekerjaan yang lebih banyak dan ada 5 koresponden yang tidak bisa memberikan informasi pekerjaan sama sekali. Sehingga pada penelitian ini ada 9 cluster yang terbentuk.

**Kata Kunci** : Algoritma MCL, Matriks Data, Ekspansi Matriks, Inflasi Matriks, Cluster

**IMPLEMENTASI ALGORITMA MARKOV CLUSTERING TERHADAP  
CARA ALUMNI DALAM Mencari PEKERJAAN (STUDY KASUS  
ALUMNI MAHASISWA UNIVERSITAS LAMPUNG ANGGATAN 2011)**

**Oleh**

**LIA APRIYANA**

**Skripsi**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
Sarjana Sains

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI ALGORITMA MARKOV  
CLUSTERING TERHADAP CARA ALUMNI  
DALAM MENCARI PEKERJAAN  
(Study Kasus Alumni Mahasiswa Universitas  
Lampung Angkatan 2011)**

Nama Mahasiswa : **Tia Apriyana**

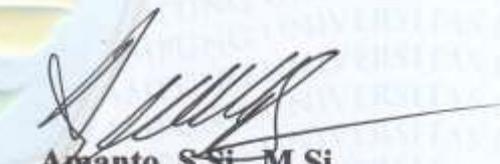
No. Pokok Mahasiswa : 1417031069

Jurusan : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



  
**Subian Saidi, S.Si., M.Si.**  
NIP 19800821 200812 1 001

  
**Amanto, S.Si., M.Si.**  
NIP 19730314 200012 1 002

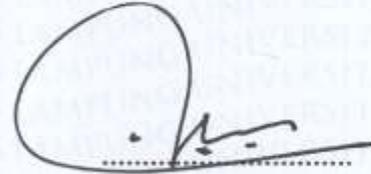
2. Ketua Jurusan Matematika

  
**Prof. Dra. Wamliana, M.A., Ph.D.**  
NIP 19631108 198902 2 001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Kejua : **Subian Saidi, S.Si., M.Si.**



Sekretaris : **Amanto, S.Si., M.Si.**

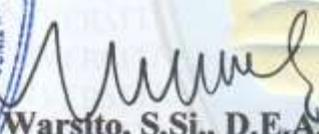


Penguji  
Bukan Pembimbing : **Drs. Suharsono S., M.S., M.Sc., Ph.D.**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.**  
NIP. 19710212 199512 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **08 Juni 2018**

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lia Apriyana  
Nomor Pokok Mahasiswa : 1417031069  
Jurusan : Matematika  
Judul Skripsi : **Implementasi Algoritma Markov Clustering Terhadap Cara Alumni Dalam Mencari Pekerjaan ( Study Kasus Alumni Mahasiswa Universitas Lampung Angkatan 2011)**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis orang lain atau telah dipergunakan dan diterima sebagai persyaratan penyelesaian studi pada universitas atau institut lain.

Bandar Lampung, Juli 2018

Yang Menyatakan,



Lia Apriyana

NPM. 1417031069

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Desa Negeri Agung, Kec. Gunung Pelindung Lampung Timur pada tanggal 17 April 1996, dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, kakak dari Fitri Salviana dan Maulana Alfiansyah. Putri dari pasangan Bapak Ilyas dan Ibu Solbaiti.

Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 1 Negeri Agung pada tahun 2002/2003, SMPN 1 Gunung Pelindung pada tahun 2008/2009, SMA Muhammadiyah 1 Metro 2011/2012. Selanjutnya pada tahun 2014 dengan perjuangan yang luar biasa akhirnya penulis mengikuti Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan berhasil diterima sebagai mahasiswa di Universitas Lampung Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam .

Sebagai bentuk penerapan pada bidang ilmu yang telah dipelajari, pada tanggal 16 Januari sampai 24 Februari 2017 penulis melaksanakan kegiatan Kerja Praktik (KP) di Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. KCP Tanjung Agung Bandar Lampung.

Selanjutnya dalam menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang merupakan mata kuliah wajib di Desa Budidaya, Kecamatan Sidomulya, Kabupaten Lampung Selatan yang dilaksanakan pada tanggal 24 Juli sampai 30 Agustus 2017.

## **KATA INSPIRASI**

“ It’s Not Important How Smart You Are,  
It’s Important How Much Passions Do You Have and How Much  
Courage Do You Have To Achieve Your Passions “

(Hitam Putih)

“Tidak Ada Rasa Bangga Tanpa Usaha,  
Tidak Ada Rasa Puas Tanpa Kerja Keras,  
Karena Sukses Kamu Tergantung Usaha Kamu”

(Merry Riana)

“Love your parents  
We are so busy growing up,  
We often forget they are also growing old “

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang. Dengan segala ketulusan hati penulis persembahkan skripsi ini kepada:

Kedua Orangtuaku yang selalu tulus dan ikhlas mendoakan setiap waktu, selalu memberikan semangat untuk keberhasilanku sejauh ini dan tak pernah berhenti memberikan yang terbaik untukku sampai saat ini.

Untuk adik adikku tersayang yang selalu memberikan keceriaan, dukungan, serta doa. Terimakasih sudah menjadi alasanku untuk selalu tersenyum dan kuat setiap hari.

Untuk seluruh dosen matematika, terutama dosen pembimbing dan penguji yang telah memberikan bimbingan serta saran terbaik dalam penyelesaian skripsi ini.

Untuk para sahabat terbaikku , terimakasih untuk setiap candaan tawa yang kalian hadirkan dalam hari hari serta selalu menemaniku dalam setiap kesulitan maupun kebahagiaan ku dan tak pernah henti mendukungku.

## SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan nikmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tak lupa sholawat beresta salam semoga tercurahkan kepada suri tauladan umat islam yakni Nabi Muhammad SAW ,Dalam penyelesaian skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu dalam memberikan bimbingan dan saran-saran. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Subian Saidi,S.Si., M.Si selaku pembimbing pertama yang telah bersedia memberi saran dan bimbingan serta memberi arahan kepada penulis sehingga bias menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Amanto, S.Si., M.Si selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi dan bantuannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Suharsono S.,M.S., M.Sc. Ph.D selaku penguji utama yang telah banyak memberikan saran dan petunjuk serta kemurahan hatinya dalam penyelesaian akhir penulisan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D selaku ketua Jurusan Matematika dan Bapak Amanto,S.si., M.si selaku sekertaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

5. Bapak Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Dosen, staf dan karyawan jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
7. Untuk Kedua Orang tuaku tercinta Bapak Ilyas dan Ibu Solbaiti yang selalu memberikan doa dan semangat beserta adikku Fitri Salviana dan Maulana Alfiansyah yang memberikan dukungan kepada penulis.
8. Untuk Sahabat terbaik Susiyani ,Indah Mayatika Sihaloho, Faisnaini Nurul, Oktaviana, Susana Septia, Richa Okta, Rizka Oktaviana dan semua yang telah memberi keceriaan dan kebersamaan dan bantuan selama ini.
9. Teman-teman Matematika 2014 dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Bandar Lampung, Juli 2018

Penulis

Lia Apriyana

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Himpunan.....	4
2.1.1 Himpunan Bagian .....	6
2.1.2 Diagram Venn.....	7
2.1.3 Operasi Pada Himpunan .....	8
2.2 Matriks.....	9
2.2.1 Jenis-Jenis Matriks.....	10
2.2.2 Operasi Matriks .....	11
2.3 Graf.....	12
2.4 Random Walk.....	13
2.5 Markov Clustering (MCL).....	14
2.6 Algoritma MCL.....	15

<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Data Penelitian .....	21
3.3 Metode Penelitian.....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Deskripsi Data.....	23
4.2 Cara Mencari Pekerjaan.....	24
4.3 Matriks Data.....	25
4.3.1 Penomoran Responden.....	25
4.3.2 Pembobotan Matriks.....	30
4.3.3 Input Data Matriks.....	31
4.4 Algoritma Markov Clustering.....	32
<b>V. KESIMPULAN</b>	
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Gambaran Data Responden.....	23
2. Cara Mencari Kerja.....	24
3. Penomoran Responden.....	25

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Diagram Venn.....	7
2. Graf dengan 7 titik dan 10 sisi.....	13
3. Graf dengan 10 titik 18 sisi.....	14
4. Contoh proses MCL.....	16
5. Graf hasil klasterisasi.....	20
6. Input data untuk matriks.....	31
7. Klaster Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.....	34
8. Klaster Fakultas Hukum.....	34
9. Klaster Fakultas Ilmu Sosial dan Politik.....	35
10. Klaster Fakultas Ekonomi Bisnis.....	35
11. Klaster Fakultas Teknik.....	36
12. Klaster seluruh fakultas.....	36

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Matematika adalah sebagai pelayan ilmu pengetahuan lain. Maksudnya, matematika mampu mengembangkan dirinya sendiri untuk mendukung keilmuan lain dalam menyelesaikan masalah-masalahnya. Cabang matematika yang memenuhi fungsinya sebagai ilmu pengetahuan dalam pengembangan dan operasional dinamakan dengan matematika terapan (*Applied Mathematic*).

Dalam matematika dan komputasi, algoritma merupakan kumpulan perintah untuk menyelesaikan masalah. Kumpulan perintah itu biasanya diterjemahkan oleh komputer secara bertahap dari yang pertama sampai yang terakhir sampai sekuensial. Masalah yang terkait disini dapat berupa berbagai macam masalah asalkan masalah tersebut memiliki kriteria kondisi awal yang harus dipenuhi sebelum menjalankan algoritma.

Analisis cluster mengelompokkan objek data hanya berdasarkan informasi yang terdapat pada data yang menggambarkan objek dan hubungannya. Tujuannya adalah bahwa objek dalam suatu kelompok serupa satu sama lain dan berbeda dari objek dalam kelompok lain. Semakin besar kesamaan (atau homogenitas) dalam

suatu kelompok dan semakin besar perbedaan antar kelompok, semakin baik atau lebih berbeda pengelompokannya. Seluruh koleksi cluster biasanya disebut sebagai clustering.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering sekali menjumpai teknik *clustering* (Pengelompokan). Contoh dalam ilmu biologi kita sering menjumpai klasifikasi makhluk hidup. Dalam dunia industry juga selalu ada pengelompokan barang-barang hasil produksi. Di masyarakat ada penempatan tugas anggota keluarga untuk kerja bakti di masyarakat kampung. Begitu pula dalam dunia kerja menggunakan sistem cluster dalam mencari pekerjaan. Tujuan dari skripsi ini adalah pembuktian teknik-teknik pengelompokan cara alumni Universitas Lampung 2011 dalam mencari pekerjaan.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengelompokan cara alumni Universitas Lampung angkatan 2011 dalam mencari pekerjaan dengan menggunakan *Algoritma Markov Clustering*.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami lebih lanjut mengenai konsep *Algoritma Markov Clustering*.
2. Menjabarkan aplikasi *Algoritma Markov Clustering* dalam kehidupan sehari-hari.
3. Memberikan sumbangan ide penelitian lain terkait *Algoritma Markov Clustering*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Himpunan

Nama suatu himpunan digunakan huruf kapital dan untuk menyatakan himpunan itu sendiri dinotasikan dengan tanda kurawal. Objek yang dibicarakan dalam himpunan dinamakan anggota (element, unsur) yang ditulis dalam kurawal. Tanda keanggotaan dinotasikan dengan  $\in$  dan tanda bukan anggota dinotasikan dengan  $\notin$ . Banyak anggota dari sebuah himpunan disebut dengan kardinal himpunan tersebut. Banyaknya anggota dari sebuah himpunan  $A$  atau kardinal dari  $A$  dinotasikan dengan  $n(A)$  atau  $|A|$ .

Ada beberapa cara menyatakan himpunan, yaitu sebagai berikut :

#### 1. Cara Tabulasi

Cara ini disebut juga cara pendaftaran yaitu menyatakan himpunan dengan menyatakan himpunan dengan menulis anggotanya satu persatu, sementara itu untuk membedakan anggota dengan yang lain digunakan tanda koma (,) jika himpunan tersebut cukup banyak atau tak terhingga bisa digunakan tanda titik tiga yang berarti seterusnya

Contohnya

$$A = \{1,2,3,4 \dots\}$$

$$B = \{0,1,4,9,16 \dots\}$$

$$C = \{\text{merah, kuning, hijau}\}$$

## 2. Cara Aturan (Notasi Pembentuk Himpunan)

Dengan cara menuliskan aturannya/sifatnya dengan kalimat terbuka dalam kurung kurawal.

Contoh

- (1)  $A = \{1,2,3,4\}$  dapat ditulis dengan menggunakan cara aturan seperti berikut  $A = \{x | 0 < x < 5, x \in \text{bilangan asli}\}$ .
- (2)  $B = \{x | 0 < x < 5, x \in \text{bilangan real}\}$ , himpunan ini tidak bisa ditulis secara tabulasi karena anggotanya kontinu.
- (3)  $C = \{\text{merah, kuning, hijau}\}$  dapat ditulis dengan cara aturan sebagai berikut  $C = \{x | x \text{ warna pada } \textit{traffic light}\}$ .

## 3. Cara Kalimat

Cara ini dilakukan dengan menyebutkan sifat dari anggota himpunan tersebut dengan kalimat biasa.

### 1). Himpunan Kosong

Himpunan  $A$  disebut himpunan kosong jika dan hanya jika  $|A| = 0$ . Untuk menyatakan himpunan kosong biasanya dinotasikan dengan huruf  $\emptyset$ , sehingga  $\{\} = \emptyset$ .

Contoh

$$(1) A = \{x | x^2 < 0, x \in \text{bilangan real}\}$$

$$(2) B = \{x | 1 < x < 2, x \in \text{bilangan bulat}\}$$

$$(3) C = \{x | x^2 + x + 1 = 0, x \in \text{bilangan real}\}$$

2).Himpunan Semesta

Himpunan yang memuat semua anggota himpunan yang dibicarakan.

Contohnya

$A = \{1,2,3,4\}$  himpunan semestanya bisa  $S_1 = \{1,2,3,4\}$ ,  $S_2 = \{0,1,2,3,4\}$ ,  $S_3 = \{\dots, -1,0,1, \dots\}$  atau  $S_4 = A = \{x | x > 0, x \in \text{bilangan real}\}$  (Ibrahim,2013).

### 2.1.1 Himpunan Bagian

Suatu himpunan  $A$  dinamakan himpunan bagian dari himpunan  $B$ , apabila setiap anggota dari  $A$  merupakan anggota dari  $B$  dan diberi lambang  $A \subset B$

Misal  $A = \{x | x \text{ bilangan genap } x \leq 6\}$  dan  $B = \{x | x \text{ bilangan asli } < 10\}$ . Maka  $A \subset B$  sebab  $A = \{2,4,6\}$  dan 2, 4, 6 adalah anggota  $B$ . Misalkan  $A = \{x | x = K.5 \text{ dan } K \text{ bilangan asli}\}$ ,  $B = \{x | x \text{ bilangan ganjil}\}$  dan  $N = \{x | x \text{ bilangan asli}\}$ .

Maka  $A \subset N$  dan  $B \subset N$  tapi  $A \not\subset B$  sebab:

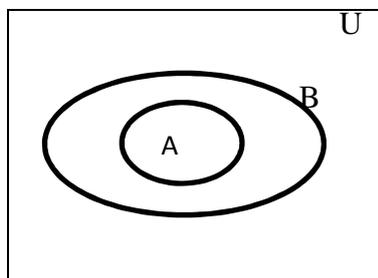
$$A = \{5,10,15,20,25, \dots\}$$

$$B = \{1,3,5,7,9,11, \dots\}$$

$$N = \{1,2,3,4,5, \dots\}$$

### 2.1.2 Diagram Venn

Misalkan  $A \subset B$ ,  $A \neq B$  dan himpunan semestanya  $U$ . maka  $A$ ,  $B$ , dan  $U$  dapat digambarkan melalui diagram Venn berikut :



Gambar 1. Diagram Venn (Setiadji,2009).

### 2.1.3 Operasi Pada Himpunan

#### 1) Komplemen

Operasi komplemen dinotasikan dengan membubuhkan tanda aksen ( $'$ ) atau pangkat C ( $^c$ ) pada himpunan yang dioperasikan :

$A' = \{x|x \notin A \text{ dan } x \in S\}$ . Himpunan S disini dimaksudkan sebagai semesta dari himpunan A.

#### 2) Irisan

Operasi irisan dinotasikan dengan  $\cap$ . Operasi irisan didefinisikan sebagai berikut :

$$A \cap B = \{x|x \in A \text{ dan } x \in B\}$$

#### 3) Gabungan

Dengan melakukan operasi gabungan dua himpunan akan terbentuk himpunan baru yang anggota-anggotanya meliputi semua anggota himpunan yang dioperasikan.

$$A \cup B = \{x \in A \text{ atau } x \in B\}$$

#### 4) Penjumlahan

Operasi penjumlahan dua himpunan didefinisikan sebagai berikut :

$$A + B = \{x|x \in A \text{ dan } x \in B \text{ dan } x \notin (A \cap B)\}$$

Penjumlahan dua himpunan adalah himpunan yang anggotanya termasuk kedalam himpunan itu masing-masing, tetapi diluar irisannya.

## 5) Pengurangan

$A-B = \{x | x \in A \text{ dan } x \notin B\}$  (Ibrahim, 2013).

## 2.2 Matriks

Matriks adalah kumpulan bilangan yang disajikan secara teratur dalam baris dan kolomnya yang membentuk suatu persegi panjang serta termuat di antara sepasang tanda kurung.

Suatu matriks yang mempunyai  $m$  dan  $n$  kolom disebut matriks berordo  $m \times n$  atau berukuran  $m \times n$ . Bentuk umum matriks :

$$A_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{array}{l} \longrightarrow \text{Baris} \\ \\ \downarrow \\ \text{Kolom} \end{array}$$

Bilangan  $a_{nn}$  disebut elemen-elemen matriks A. Elemen  $a_{nn}$ ,  $n$  merupakan indeks pertama yang menunjukkan baris dan  $n$  adalah indeks kedua yang menunjukkan kolom dimana elemen itu berada.

### 2.2.1 Jenis-Jenis Matriks

1). Matriks bujur sangkar atau matriks persegi adalah matriks dengan jumlah baris dan kolomnya sama

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Pada matriks persegi berordo  $n$ , elemen-elemen  $a_{11}, a_{22}, a_{33}, \dots, a_{nn}$  adalah elemen-elemen diagonal utama. Jumlah elemen diagonal utama matriks disebut trace matriks.

Bentuk trace matriks:

$$A_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Trace  $A = a_{11} + a_{22} + \dots + a_{nn}$

$\text{Tr } A = \sum_{i=j}^n a_{ij}$  dengan  $i=j$

2) Matriks diagonal adalah matriks persegi yang hanya mempunyai elemen diagonal (tidak harus satu satuan) dan elemen lainya bernilai nol.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & \dots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

3) Matriks identitas atau matriks satuan adalah matriks yang elemen diagonalnya bernilai satu dan elemen lainya nol

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \text{ (Eko, 2008).}$$

## 2.2.2 Operasi Matriks

### 1. Penjumlahan Matriks

Jumlah dua matriks A dan B yang sejenis adalah sebuah matriks C yang sejenis pula dengan unsur-unsur  $C_{mn}$ , dimana terdapat hubungan  $C_{mn} = a_{mn} + b_{mn}$

Contoh :

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 8 \\ 7 & 6 & 3 \\ 1 & 5 & 9 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 7 & 1 & 8 \\ 1 & 5 & 9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 & 6 & 12 \\ 14 & 7 & 11 \\ 2 & 10 & 18 \end{bmatrix}$$

### 2. Pengurangan Matriks

Selisih dua matriks A dan B yang sejenis adalah sebuah matriks C yang sejenis pula dengan unsur-unsur  $C_{mn}$ , dimana terdapat hubungan  $C_{mn} = a_{mn} - b_{mn}$

$$A = \begin{bmatrix} 14 & 16 & 13 \\ 7 & 8 & 7 \\ 4 & 16 & 11 \end{bmatrix} - B = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 6 & 3 \\ 5 & 4 & 7 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 12 & 15 & 13 \\ 6 & 2 & 4 \\ -1 & 12 & 4 \end{bmatrix}$$

3. Perkalian Matriks Memasangkan baris pada matriks pertama dengan kolom pada matriks kedua,. Hasil kali AB ditentukan hanya kalau jumlah kolom di A sama dengan jumlah baris B.

$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} e & f \\ g & h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ae + bg & af + bh \\ ce + dg & cf + dh \end{bmatrix}$$

#### 4. Ekspansi Kofaktor

Mengalikan entri-entri didalam kolom yang sama dari A dengan kofaktor-kofaktornya dan menambahkan hasil-hasil perkalian yang dihasilkan.

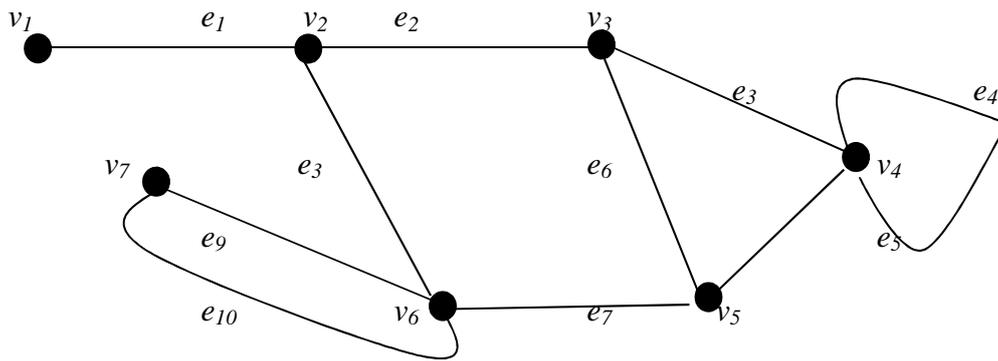
$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

$$a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{11}a_{23}a_{32}$$

(Abdul, 2014).

### 2.3 Graf

Beberapa konsep dasar yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Deo (1989). Graf  $G$  adalah himpunan terurut  $(V(G), E(G))$ , dengan  $V(G)$  menyatakan himpunan titik  $\{v_1, v_2, \dots\}$  dari  $G$  dengan  $V(G) \neq \emptyset$  dan  $E(G)$  menyatakan himpunan sisi  $\{e_1, e_2, \dots\}$  yakni pasangan tak terurut dari  $V(G)$ . Banyaknya himpunan titik  $V(G)$  disebut dengan orde dari graf  $G$ . Jika titik  $v_1$  dan  $v_2$  dihubungkan oleh sisi  $e$ , maka titik  $v_1$  dan  $v_2$  dikatakan menempel pada sisi  $e$  begitu juga dengan sisi  $e$  menempel pada titik  $v_1$  dan  $v_2$ , sehingga titik  $v_1$  dan  $v_2$  saling bertetangga. Lingkungan dari suatu titik  $v$  dinotasikan dengan  $N(v)$  adalah himpunan titik-titik yang bertetangga dengan  $v$ .



Gambar 2. Graf dengan 7 titik dan 10 sisi

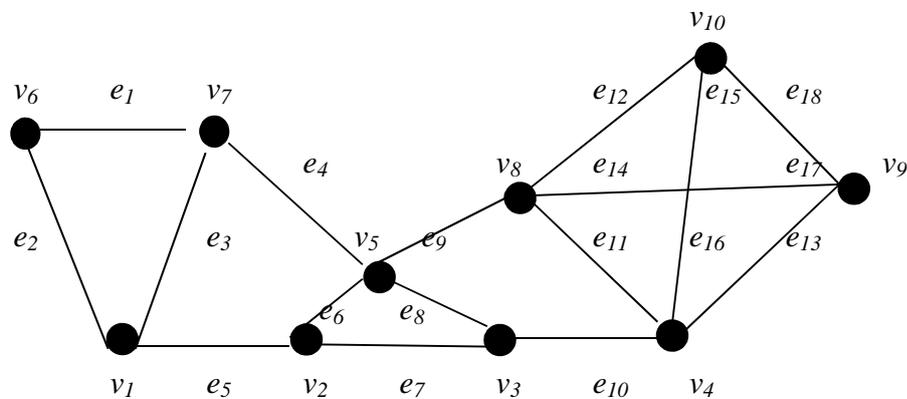
Pada Gambar 1 diatas , graf tersebut himpunan titik  $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7\}$  dan himpunan sisi  $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8, e_9, e_{10}\}$ . Titik yang bertetangga dengan titik  $v_6$  adalah titik  $v_2, v_5$ , dan  $v_7$ , sedangkan sisi yang menempel dengan titik  $v_6$  adalah  $e_7, e_8, e_9$ , dan  $e_{10}$ .

Lintasan adalah jalan yang melewati titik yang berbeda-beda pada suatu graf dimana titik-titik yang dilewati tepat sekali. Contoh jalan pada Gambar 1 adalah  $v_1 - e_1 - v_2 - e_2 - v_3 - e_3 - v_4 - e_5 - v_5 - e_7 - v_6 - e_9 - v_7$  (Ibrahim).

## 2.4 Random Walk

Random walk pada graf terdiri dari urutan titik yang dihasilkan dari titik awal dengan memilih sisi melewati sisi menuju titik baru dan mengulangi prosesnya. Random walk bisa dimulai dari titik manapun. Dimulai pada titik  $r$ , jika random walk akan mencapai titik  $t$  dengan probabilitas tinggi, maka  $r$  dan  $t$  harus dikelompokkan bersama. Berdasarkan sebuah graf terdapat banyak hubungan dalam sebuah klaster dan lebih sedikit hubungan antar klaster. Jika dimulai dari

sebuah titik, dan kemudian melakukan random walk ke titik yang terhubung, kemungkinan lebih cenderung untuk tinggal di dalam sebuah kluster daripada melakukan walk di antara keduanya. Hal ini merupakan dasar dari algoritma MCL. Random walk pada graf dapat digunakan untuk menentukan keberadaan suatu kelompok yang ditandai dengan kecenderungan berkumpulnya suatu lintasan.



Gambar 3. Graf dengan 10 titik dan 18 sisi

Lintasan acak bisa dimulai dari sisi manapun contohnya  $v_1-e_5-v_2-e_7-v_3-e_8-v_5-e_4-v_7-e_1-v_6-e_2$  (Riminarsih, 2017).

## 2.5 Markov Clustering(MCL)

Pada tahun 2000, Stijn van Dongen mengembangkan metode pengelompokan yang diberi nama Markov Clustering (MCL). Metode MCL dibuat berdasarkan simulasi dari Random Walk pada suatu graf. Metode ini diberi nama Markov

Clustering karena kolom stokastik matriks dapat direpresentasikan yang berisi kemungkinan transisi dari suatu *random walk* yang terdefinisi pada suatu graf.

Kolom stokastik matriks adalah matriks dimana dari jumlah seluruh elemen pada setiap kolom sama dengan satu. Kolom stokastik matriks  $M$  yang memiliki kolom sebanyak vertex (titik) dari suatu graf  $G$  dapat direpresentasikan sebagai matriks yang berisi kemungkinan transisi dari suatu *random walk* yang terdefinisi pada suatu graf  $G$ . Elemen  $M(ij)$  menandakan kemungkinan transisi dari vertex (titik)  $v_i$  ke vertex (titik)  $v_j$ . Jika dianggap sebagai lintasan acak maka kolom dari matriks  $M$  menunjukkan lintasan keluar (*out-flow*) dan baris dari matriks  $M$  lintasan masuk (*in-flow*). Pada kolom stokastik matriks jumlah dari seluruh elemen pada tiap baris tidak harus sama dengan satu.

Adapun kelebihan MCL dibandingkan dengan metode-metode lainnya. Metode MCL menghasilkan pengelompokan yang baik. artinya user tidak perlu memasukan informasi tambahan untuk menjalankan metode ini. Hasil pengelompokan dapat diatur dengan menggunakan parameter inflasi  $r$ . metode ini memiliki skalabilitas yang baik. Kelebihan yang terakhir adalah proses-proses pada metode ini dapat dijelaskan secara matematika (Dongen,2008).

## 2.6 Algoritma MCL

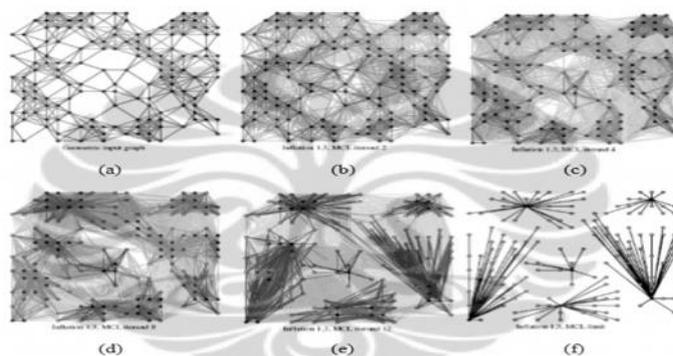
Metode MCL terdiri dari dua operasi utama, operasi *expand* ( $M$ ) dan *inflate* ( $M,r$ ). Operasi *expand* ( $M$ ) adalah operasi perkalian matriks. Pada operasi ini dilakukan perkalian matriks. Pada operasi ini dilakukan perkalian matriks  $M*M$ . Operasi

*expand* ( $M$ ) dilakukan dengan tujuan meningkatkan lintasan antar verteks yang sudah ada dan membuka lintasan-lintasan potensial baru.

Operasi *inflate* ( $M, r$ ) setiap elemen pada matriks  $M$  dipangkatkan dengan parameter inflasi  $r$ . Nilai  $r$  harus lebih besar dari satu, umumnya nilai  $r$  yang digunakan adalah dua. Nilai  $r$  harus lebih besar dari satu karena proses inflasi bertujuan memperkuat lintasan-lintasan yang kuat dan memperlemah lintasan-lintasan yang lemah.

Selain operasi *expand* ( $M$ ) dan *inflate* ( $M, r$ ) metode MCL memiliki operasi *normalize* ( $M$ ) pada proses ini matriks yang akan diproses diubah menjadi kolom stokastik matriks.

Proses MCL dikatakan telah mencapai konvergen apabila nilai *global chaos* telah mendekati nol. Nilai *global chaos* adalah maksimum dari nilai pada setiap kolom. Apabila nilai tersebut telah mendekati nol berarti sudah tidak ada perubahan signifikan pada cluster baru.



Gambar 4. Contoh Proses MCL

Pada Gambar 4 diperlihatkan graf input (a), graf hasil MCL setelah 2 iterasi (b), graf hasil MCL setelah 4 iterasi (c), graf hasil MCL setelah 8 itearsi (d) graf hasil MCL setelah 12 iterasi (e), dan graf ouput MCL (f).

Pada gambar 4. dapat dilihat hasil dari proses ekspansi dan inflasi. Dari Gambar 4 (a)-(e) terlihat bahwa jika suatu gambar dibandingkan dengan gambar pada iterasi-iterasi sebelumnya terdapat edge( sisi) baru yang muncul karena proses ekspansi. Selainitu terlihat pula bahwa ketebalan dari tiap tiap edge berbeda-beda. Edge yang lebih tebal menunjukkan hubungan yang lebih kuat jika dibandingkan dengan edge yang lebih tipis. Melemah atau menguatnya suatu hubungan terjadi setelah proses inflasi dilaksanakan. Seiring dengan jumlah iterasi yang dilakukan, hubungan yang kuat akan semakin kuat dan yang lemah akan semakin lemah.

Berdasarkan pada Gambar 3, *associated matrix* ( $M_G$ ) adalah

$$M_G = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya menambahkan nilai 1 pada setiap entri diagonal dari  $M_G$  sehingga diperoleh matriks berikut :

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Pada proses normalisasi matriks terlebih dahulu ditentukan jumlah tiap kolom.

Misal pada kolom 1 dari matriks diatas

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Jumlah kolom 1=4 sehingga hasil normalisasi kolom 1 adalah

$$\frac{1}{4} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.25 \\ 0.25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.25 \\ 0.25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Sehingga matriks hasil normalisasi

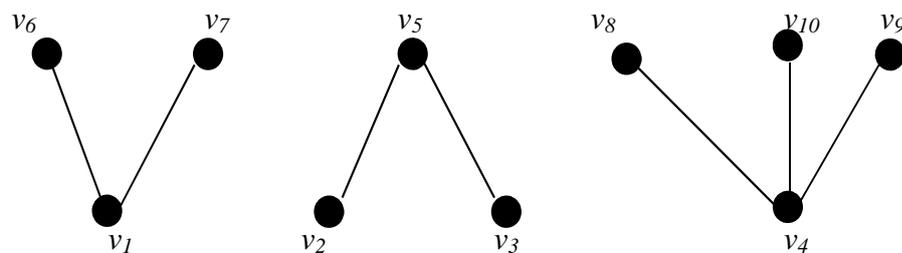
$$\begin{bmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.33 & 0.25 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.00 & 0.20 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.25 & 0.25 & 0.20 & 0.20 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0 & 0.25 & 0.2 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.17 & 0.25 & 0.25 \\ 0.00 & 0.25 & 0.25 & 0.00 & 0.20 & 0.00 & 0.25 & 0.17 & 0.00 & 0.00 \\ 0.25 & 0 & 0 & 0.00 & 0.00 & 0.33 & 0.25 & 0.17 & 0.00 & 0.00 \\ 0.25 & 0 & 0 & 0.00 & 0.20 & 0.33 & 0.25 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0 & 0.00 & 0 & 0.2 & 0.20 & 0 & 0.00 & 0.17 & 0.25 & 0.25 \\ 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.17 & 0.25 & 0.25 \\ 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0.00 & 0 & 0.00 & 0.17 & 0.25 & 0.25 \end{bmatrix}$$

Langkah berikutnya akan melakukan operasi ekspansi matriks. Matriks hasil normalisasi  $M^*M$ . Setelah hasil didapatkan akan dilakukan operasi inflasi matriks hasil proses ekspansi dengan parameter infalsi  $r = 2$  . selanjutnya menentukan apakah matriks hasil inflasi sudah memenuhi kriteria konvergen,

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Matriks pada iterasi ke-9 merupakan matriks yang menunjukkan hasil klasterisasi graf. Klaster ditandai dengan baris yang memiliki entri tak nol. Entri matriks yang bernilai 1 pada baris yang sama menunjukkan bahwa entri-entri tersebut berada dalam klaster yang sama. Kolom matriks menunjukkan simpul graf. Pada matriks hasil iterasi ke-9 diperoleh bahwa pada baris pertama, entri yang bernilai 1 ada di

kolom ke-1, ke-6, dan ke-7. Pada baris ke-4 diperoleh bahwa entri yang bernilai 1 ada di kolom ke-4, ke-8, ke-9, dan ke-10. Pada baris ke-5 diperoleh bahwa entri yang bernilai 1 ada di kolom ke-2, ke-3, dan ke-5. Kolom pada matriks merepresentasikan simpul pada graf. Berdasarkan matriks hasil iterasi ke-9 maka dapat disimpulkan bahwa simpul-simpul pada graf dikelompokkan ke dalam 3 kluster. Ketiga kluster tersebut adalah (1,6,7), (4,8,9,10) dan (2,3,5). Kluster (1,6,7) dengan simpul 1 sebagai pusatnya, kluster {4, 8, 9, 10} dengan simpul 4 sebagai pusatnya, dan kluster {2, 3, 5} dengan simpul 5 sebagai pusatnya.



Gambar 5. Graf hasil klusterisasi

Berdasarkan pada Gambar dapat dilihat hasil klusterisasi metode MCL yaitu graf memiliki 3 kluster yang berbeda (Riminarsih,2017)

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2017/2018 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### **3.2 Data Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data alumni Universitas Lampung angkatan 2011 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Hukum, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Fakultas Ekonomi Bisnis dan Fakultas Teknik yang berjumlah 190 koresponden. Data penelitian ini diperoleh melalui survey dengan mengisi form oleh alumni yang akan mencari pekerjaan melalui media, mandiri, relasi.

### 3.3 Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Input data.
2. Menentukan matriks  $M$  berdasarkan data dengan cara
  - a) Penomoran Responden.
  - b) Pembobotan Matriks.
3. Menjumlahkan matriks  $M$  dengan matriks Identitas  $I$  , dengan cara menambahkan nilai 1 pada setiap entri diagonal dari matriks  $M$ .
4. Normalisasi Matriks  $M$ .
5. Ekspansi matriks yang dilakukan dengan mengalikan matriks  $M \cdot M$ .
6. Inflasi matriks hasil proses ekspansi dengan setiap elemen matriks  $M$  dipangkatkan dengan parameter inflasi  $r$ .
7. Ulangi hingga mencapai konvergensi.
8. Interpretasi matriks sampai terbentuk cluster .

## V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu mengimplementasikan cluster alumni setiap Fakultas mahasiswa Universitas Lampung Angkatan 2011 dalam mencari pekerjaan.
2. Algoritma Markov Clustering dapat memberikan rekomendasi (Titik simpul ) cluster dalam informasi pekerjaan yaitu koresponden no 7, 27, 37, 93, 106, 110, 121, 11 dan 185.
3. Berdasarkan Graf klasterisasi seluruh fakultas terlihat ada beberapa titik simpul yang membentuk cluster tersendiri yaitu koresponden no 54, 66, 118, 133 dan 155, koresponden pada cluster ini tidak mencari pekerjaan sehingga tidak bisa memberikan informasi pekerjaan terhadap koresponden lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dongen, S. V. 2008. *Graph Clustering via Discrete Unclouping Process*. Jurnal SIAM vol 30 No. 1, 121-141.
- Ibrahim dan Mussafi, Noor Saif Muhammad. 2013. *Pengantar Kombinatorika dan Teori Graf*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Purwanto, Eko Budi. 2008. *Perancangan dan Analisis Algoritma*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Riminarsih, Desti, dkk. 2017. *Klasterisasi Graf Menggunakan Metode Markov Cluster Algorithm(MCL)*. Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer Vol. 22 No.3.
- Saefudin, Abdul Aziz. 2014. *Aljabar Matriks*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Setiadji. 2009. *Himpunan dan Logika Samar*. Graha Ilmu, Yogyakarta.